

---

**JURNAL FEMA, Volume 1, Nomor 3, Juli 2013**

---

**PENGARUH VARIASI ABU SEKAM DAN BENTONIT PADA CETAKAN PASIR TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL CORAN ALUMINIUM AA 1100****Tarkono<sup>1)</sup>, Harnowo S.<sup>1)</sup> dan Doni Sewandono<sup>2)</sup>**<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Email : kisdon@ymail.com

**Abstract**

*The aim of this research is to know the physical and mechanical properties of aluminum casting results printed by using sand mold. Variation is made on the formation of mold sand where there happens a difference of the addition of binding substance rice husk ash and bentonite have been blended into a sand mould-forming composition. The Material used in this study is aluminum with purity levels above 99, which melted in the kitchen Dipper Krusible type and printed in sand mold. The tools which are used in testing hardness and micro-structure of tests in a row are: brinell hardness test and olympus metallurgical microscope. Brinell hardness testing uses the test with the standard ASTM E 10-01 and micro testing structure uses standard ASTM E 3 by way of looking at the specimen under a microscope. From this data, it can be obtained that the lowest hardness calculation of test results of 17.7636 HBW for compositions that vary on a mixture of bentonite and ash 6% husk 14%, and the maximum calculation of the hardness is obtained on the composition of the mixture of 10% and 8% bentonite husk ash, where the calculation of the hardness of 22.8100 HBW. In micro structure testing; looks that porosity in aluminum in great numbers when a comparison between bentonite and binding substance grey husk in the levels are quite different, causing the result of casting have much number of porosity, so that it causes the low level of the hardness. While for the comparison of levels of grey husk and bentonite which approach the same levels, When added to the composition of the sand mould-forming, micro structure test results showed that metal casting results have little amount of porosity causing aluminum castings results have a high level of hardness.*

**Keywords :** sand mold, porosity, hardness calculation, micro structure.**I. LATAR BELAKANG**

Perkembangan teknologi saat ini berkembang dengan pesat, yang kemudian mempengaruhi meningkatnya kebutuhan proses produksi yang sebagian besar menggunakan besi dan baja yang menempati urutan pertama dan penggunaan aluminium menempati urutan kedua). Dengan meningkatnya penggunaan material maka kualitas suatu produk cor harus sangat diperhatikan. Kualitas sangat dipengaruhi oleh metode pengecoran yang dipilih. Satu dari sekian banyak metode pengecoran yang paling sering digunakan adalah pengecoran cetakan pasir (*sand*

*casting*).

Banyak faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengecoran cetakan pasir, diantaranya adalah komposisi cetakan pasir. Komposisi utama cetakan pasir terdiri dari pasir cetak, pasir silika, bentonit, dan air sebagai pelarut. Selain itu, cetakan pasir dapat ditambahkan bahan aditif lain, misalnya dextrin, gula tetes (*molasses*), *water glass* (sodium silikat), dan abu sekam padi untuk meningkatkan kualitas cetakan pasir. Sekam padi digunakan untuk meningkatkan penggunaan ulang cetakan pasir. Untuk mengetahui tingkat kualitas cetakan pasir, salah satu metode yaitu dilakukan

dengan pengujian kekerasan dan uji struktur mikro hasil coran.

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai cetaakan pasir, variasi abu sekam dan bentonit pada cetakan pasir sebesar 8%, 10%, 12%, 14% dengan hasil yang paling optimal terdapat pada campuran kadar abu sekam dan bentonit masing-masing sebesar 10% dimana menghasilkan kekuatan tekan cetakan sebesar 37,45 kg/cm<sup>2</sup> dan permeabilitas 41,52 cm<sup>3</sup>/menit. (Fasa, 2012).

Dengan demikian secara langsung campuran bentonit dan abu sekam pada pasir cetak akan mempengaruhi permeabilitas dan kekuatan tekan. Dalam penelitian ini, peneliti ingin melihat sifat mekanik hasil coran aluminium AA 1100 dengan menggunakan cetakan pasir dengan variasi abu sekam dan bentonit 6%, 8%, 10 %, 12 %, 14%.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pengecoran adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan barang jadi dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan (Ade Sanjaya, 2010).

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik. Material ini digunakan dalam bidang yang luas bukan hanya untuk peralatan rumah tangga saja tetapi juga dipakai untuk kepentingan industri, misalnya untuk industri pesawat terbang, mobil, kapal laut dan konstruksi-konstruksi yang lain.

Neff (2002) dalam papernya menjelaskan bahwa untuk memenuhi tuntutan pasar dari aluminium tuang dewasa ini harus memfokuskan pada peningkatan kualitas logam dengan pengembangan pada proses peleburan. Proses difokuskan pada eliminasi berbagai kotoran yaitu inklusi yang merupakan problem serius dalam memproduksi hasil coran yang berkualitas. Inklusi yang dimaksud adalah gas

hidrogen yang dapat larut pada aluminium cair yang menyebabkan porositas pada pengecoran. Daya larut hidrogen meningkat bila temperatur naik. Tingkat kelarutan hidrogen pada paduan aluminium tidak sama. Pada saat pembekuan, gas hidrogen masih tersisa sehingga pada hasil pengecoran terdapat cacat. Dijelaskan pula bahwa tidak semua porositas diakibatkan oleh gas hidrogen tetapi disebabkan pula oleh penyusutan. Penyusutan yang terjadi pada saat aluminium membeku sebesar 6% dari volume ketika aluminium bertransformasi dari cair ke padat.

Aluminium yang didapat dalam keadaan cair dengan cara elektrolisis, umumnya mencapai kemurnian 99,85 % berat dan dengan mengelektrolisis kembali maka dapat dicapai kemurnian 99,99 %. Namun Aluminium murni sangat lemah dan lunak. Untuk menambah kekuatan biasanya dipadu dengan logam lain. Aluminium yang didapat dalam keadaan cair dengan cara elektrolisis, umumnya mencapai kemurnian 99,85 % berat dan dengan mengelektrolisis kembali maka dapat dicapai kemurnian 99,99 %. Namun Aluminium murni sangat lemah dan lunak. Untuk menambah kekuatan biasanya dipadu dengan logam lain.

Tabel 1. Sifat Mekanik Aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Di anal	75% dirol dengan	Di anal	H18
Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan malar (0,2) (kg/mm <sup>2</sup> )	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

(Sumber: <http://www.scribd.com/doc/31023940/Doc>)

Tabel 2. Klasifikasi Paduan Aluminium

Standar AA	Standar Alcoa terdahulu	Keterangan
1001	1S	Al murni 99,5% atau diatasnya
1100	2S	Al murni 99,0% atau diatasnya
2010-2029	10S-29S	Cu merupakan unsur paduan utama
3003-3009	3S-9S	Mn merupakan unsur paduan utama
4030-4039	30S-39S	Si merupakan unsur paduan utama
5050-5066	50S-69S	Mg merupakan unsur paduan utama
6061-6069		Mg2Si merupakan unsur paduan utama
7070-7079	70S-79S	Zn merupakan unsur paduan utama

(Sumber: <http://www.scribd.com/doc/31023940/Doc>)

Aluminium paduan memiliki berbagai kandungan atom-atom atau unsur-unsur utama (mayor) dan minor. Unsur mayor seperti Mg, Mn, Zn, Cu, dan Si sedangkan unsur minor seperti Cr, Ca, Pb, Ag, Fe, Sn, Zr, Ti, dan lain-lain. Unsur-unsur paduan yang utama dalam Aluminium antara lain:

Peleburan logam pada umumnya mempunyai titik lebur diatas 1200°C, maka tidak mudah untuk mendapatkan cetakan yang sanggup menekan panas diatas temperatur tersebut. Untuk itu pasir cetak yang baik harus memenuhi persyaratan cetakan. Alasan pemakaian pasir sebagai bahan cetakan adalah karena murah dan ketahanannya terhadap temperatur tinggi. Pasir cetak memerlukan sifat-sifat yang harus memenuhi persyaratan sebagai berikut : (Surdia, 2000).

- a. Mempunyai sifat mampu dibentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok.
- b. Permeabilitas yang cocok.
- c. Distribusi butir besar yang cocok.
- d. Tahan terhadap temperatur logam yang dituang.
- e. Komposisi yang cocok.
- f. Mampu dipakai lagi. Pasir harus dapat dipakai berulang-ulang.
- g. Pasir harus murah.

Pasir cetak yang lazim adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika yang disediakan alam. Beberapa dari mereka dipakai begitu saja dan yang lain dipakai setelah dipecah menjadi butir-butir dengan ukuran yang cocok. Kalau pasir mempunyai kadar lempung yang cocok dan bersifat adhesi, mereka dipakai begitu saja sedangkan bila sifat adhesinya kurang, maka perlu ditambahkan lempung. Kadang-kadang berbagai pengikat dibutuhkan juga disamping lempung (Surdia, 2000).

Jenis butir pasir bulat baik untuk pasir cetak, karena memerlukan jumlah pengikat yang lebih sedikit untuk mendapatkan kekuatan dan permeabilitas tertentu, serta mampu alir gasnya baik sekali. Pasir berbutir kristal kurang baik untuk pasir cetak, sebab akan pecah menjadi butir-butir kecil pada pencampuran serta

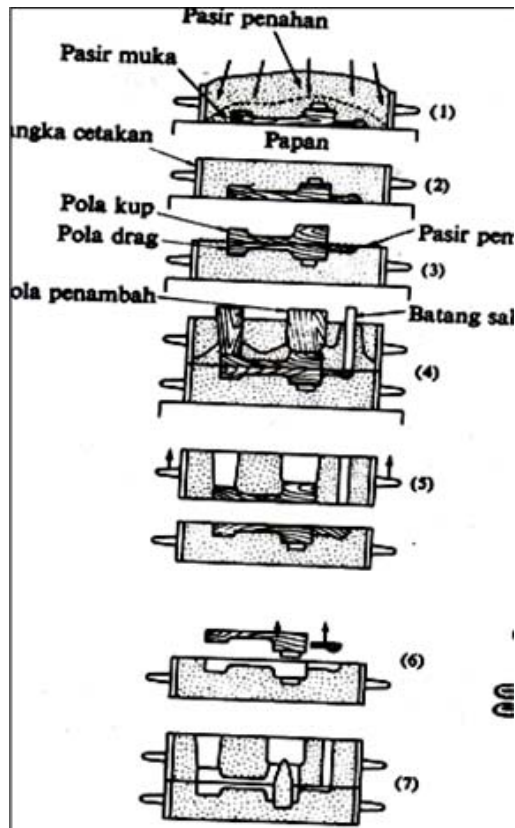
memberikan ketahanan api dan permeabilitas yang buruk pada cetakan, dan selanjutnya (Surdia, 2000).

Untuk tambahan khusus pada cetakan pasir berupa bubuk arang, gula tetes, tepung terigu, jelaga kokas, atau tepung grafit dan abu sekam dibutuhkan sekitar 1% kepada pasir cetak agar permukaan coran menjadi halus, pembongkaran mudah, pemakaian ulang dan dalam beberapa hal mencegah permukaan kasar. Kelebihan tambahan khusus, menyebabkan cacat karena gas yang terperangkap. Karena itu penting untuk menggunakannya dalam jumlah yang cocok. (Surdia, 2000)

Pola merupakan gambaran dari bentuk produk yang akan dibuat. Pola dapat dibuat dari kayu, plastik/polimer atau logam. Pemilihan material pola tergantung pada bentuk dan ukuran produk cor, akurasi dimensi, jumlah produk cor dan jenis proses pengecoran yang digunakan.

- a. Penyangga  
Penyangga dibuat dari logam yang dipergunakan menyangga inti.
- b. Mandrel  
Mandrel adalah kerangka yang diletakkan dalam inti atau cetakan untuk
- c. Pemberat  
Dalam penuangan logam cair ke dalam cetakan, kup mengalami daya apung karena logam cair. Maka pemberat di atas kup untuk mencegah terapungnya.

Pembuatan cetakan dengan tangan dilaksanakan jika jumlah produksinya kecil dan bentuk coran yang sulit dan sukar dibuat oleh mesin atau coran yang besar sekali. Pembuatan cetakan dengan tangan dari pasir basah dilakukan dengan urutan sebagai berikut: (gambar 1).



Gambar 1. Pembuatan Cetakan Dengan Tangan (Surdia, 2000)

- 1) Papan cetakan diletakkan pada lantai yang rata dengan pasir yang tersebar mendatar.
- 2) Pola dan rangka drag diletakkan diatas papan cetakan. Rangka cetakan harus cukup besar sehingga tebalnya pasir 30 sampai 50 mm.
- 3) Pasir muka yang telah ditaburkan untuk menutupi permukaan pola dalam rangka cetak. Lapisan pasir muka dibuat setebal 30 mm. Pasir cetak ditimbun diatasnya dan dipadatkan dengan penumbuk.
- 4) Cetakan dibalik dan diletakkan pada papan cetakan, dan setengah pola lainnya bersama-sama rangka cetakan untuk kup dipasang diatasnya, kemudian bahan pemisah ditaburkan di permukaan pisah dan di permukaan pola.
- 5) Batang saluran turun atau pola untuk penambah dipasang, kemudian pasir muka dan pasir cetak dimasukkan dalam rangka cetakan dan dipadatkan.

- 6) Pengalir dan saluran dibuat dengan mempergunakan spatula

Sekam padi adalah kulit yang membungkus butiran beras, dimana sekam terdiri 75% bahan mudah terbakar dan 25% berat akan berubah menjadi abu. Abu ini dikenal sebagai *Rice Husk Ash (RHA)* yang memiliki kandungan silika reaktif sekitar 85%- 90%. Untuk membuat *RHA* menjadi silika reaktif yang dapat digunakan sebagai material *pozzolan* maka diperlukan kontrol pembakaran dengan temperatur tungku pembakaran tidak boleh melebihi 800°C sehingga dapat dihasilkan *RHA* yang terdiri dari silika yang tidak terkristalisasi. *RHA* kemudian dapat digiling untuk mendapatkan ukuran butiran yang halus. *RHA* sebagai bahan tambahan dapat digunakan dengan mencampurkannya pada semen untuk mendapatkan beton dengan kuat tekan rendah. (Nugraha, dan Antoni, 2007)

Batuan bentonit dapat ditemukan hampir di semua negeri dan pada berbagai variasi batuan. Batuan ini mempunyai sifat fisis yang mudah menyerap air. Batuan ini mempunyai warna yang bervariasi krem, abu-abu, kuning, sampai coklat kehitaman. Mineral bentonit mempunyai sifat menyerap karena ukuran partikelnya yang kecil dan mempunyai nilai tukar ion yang tinggi. Batuan ini terbentuk karena proses pelapukan dan transformasi dari abu gunung api.

Bila kadar bentonit rendah didalam campuran pasir cetak, menyebabkan kekuatan pasir cetak menurun. Hal ini disebabkan karena daya ikat antar butir pasir cetak rendah. Bila kadar bentonit tinggi menyebabkan kekuatan pasir cetak meningkat dan cetakan menjadi padat. Padatnya pasir cetak menyebabkan permeabilitas turun sehingga sulit dilalui udara dan cetakan sulit dibongkar (Setiawan:1997).

Pasir silika atau dikenal dengan silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan

batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldspar. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya (Martadipoera:1990).

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*Frictional force*). Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Didunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 3 macam metode pengujian kekerasan, yakni :

a. *Brinell* (HB/BHN)

Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (*identor*) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (*speciment*). Idealnya, pengujian *Brinell* diperuntukan bagi material yang memiliki kekerasan *Brinell* sampai 400 HB, jika lebih dari nilai tersebut maka disarankan menggunakan metode pengujian *Rockwell* ataupun *Vickers*. Angka Kekerasan *Brinell* (HB) didefinisikan sebagai hasil bagi (Koefisien) dari beban uji (F) dalam *Newton* yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi. Rumus perhitungan *Brinell Hardness Number*(BHN) :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana:

P = beban penekan (Kg)

D = diameter bola penekan (mm)

d = diameter lekukan (mm).

b. *Rockwell* (HR/RHN)

Skala yang umum dipakai dalam pengujian *Rockwell* adalah :

- HRA (Untuk material yang sangat keras).
- HRB (Untuk material yang lunak).
- HRC (Untuk material dengan kekerasan sedang)

c. *Vickers* (HV/VHN)

Pengujian kekerasan dengan metode *Vickers* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136 Derajat yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Angka kekerasan *Vickers* (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dalam *Newton* yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi.

Struktur mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat di lihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya; mikroskop cahaya, *mikroskop electron*, *mikroskop field ion*, *mikroskop field emission* dan mikroskop sinar-X. Penelitian ini menggunakan mikroskop cahaya, adapun manfaat dari pengamatan struktur mikro ini adalah:

1. Mempelajari hubungan antara sifat-sifat bahan dengan struktur dan cacat pada bahan.
2. Memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Obyek dalam penelitian ini adalah benda uji berupa aluminium AA 1100 hasil pengecoran yang dicetak menggunakan cetakan pasir. Pembentukan cetakan pasir terbentuk dari dua proses pencampuran komponen cetakan pasir yang terdiri dari pasir cetak, silica, bentonit, air dan abu sekam.

Tahap pertama proses pencampuran bertujuan menentukan persentase kebutuhan bentonit maximum yang dihubungkan dengan nilai kekerasan hasil coran Aluminium AA 1100. Total campuran berjumlah 300 gram dengan persentase pasir cetak dan pasir silica tetap, sedangkan bentonit dan abu sekam

divariatifkan secara bersamaan dengan nilai 6%, 8%, 10%, 12%, dan 14% sedangkan nilai persentase bentonit turun dari 14%, 12%, 10%, 8% dan 6%.

Tabel. 3. Komposisi cetakan pasir dengan perbandingan abu sekam dan bentonit

Cetakan Pasir	Pasir Cetak (gr)	Silika (gr)	Bentonit (gr)	Abu sekam (gr)
I	216	24	42	18
II	216	24	36	24
III	216	24	30	30
IV	216	24	24	36
V	216	24	18	42

Tahap kedua proses pencampuran untuk menentukan nilai optimum akan kebutuhan abu sekam yang dapat memberikan dampak perbaikann sifat mekanik (nilai kekerasan) almunium AA 1100. Pada tahapan ini, persentase bentonit terbaik dengan jumlah 10% dari total keseluruhan campuran dipertahankan tetap dan variasi dilakukan pada abu sekam, dimana variasi abu sekam diawali dari yang terendah hingga yang tertinggi yaitu: 6%, 8%, 10%, 12%, dan 14%.

Tabel 4. Komposisi cetakan pasir dengan 10% bentonit dan variasi perbandingan abu sekam.

Cetakan Pasir	Pasir Cetak (gr)	Silika (gr)	Bentonit (gr)	Abu sekam (gr)
I	226,8	25,2	30	18
II	221,4	24,6	30	24
III	216	24	30	30
IV	210,6	23,4	30	36
V	205,2	22,8	30	42

Prosedur eksperimen ini dilakukan oleh peneliti dengan alat dan bahan yang telah ditentukan di atas, langkah-langkah yang dilakukan dalam eksperimen ini adalah :

1. Membuat abu sekam dari sekam padi dengan cara membakar sekam padi di dalam tong (gambar 2).



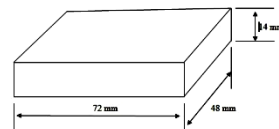
Gambar 2. Proses pembakaran abu sekam

2. Mengayak abu sekam untuk mendapatkan partikel abu sekam dengan ukuran 200 mesh.
3. Membuat rangka cetakan menggunakan kayu dengan ketebalan 12 mm, dengan dimensi panjang 132 mm dan lebar 130 mm, 98 mm (gambar 3).

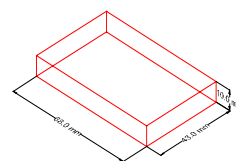


Gambar 3. Rangka cetakan pasir

4. Membuat pola (gambar menggunakan kayu dengan assumsi akan terjadinya penyusutan saat proses pendinginan almunium cair di dalam cetakan pasir, maka ukuran pola di tambah 4 mm dari ukuran sepesimen coran allmunium AA 1100 yang ingin di capai. Pada gambar 4a menunjukkan ukuran dan bentuk pola dan gambar 4b bentuk dan ukuran Spesimen Coran Aluminium AA 1100 yang ingin di capai.



Gambar 4a. Ukuran pola



Gambar 4b. Bentuk dan ukuran Spesimen Coran Aluminium

5. Menimbang komposisi cetakan pasir, bentonit dan abu sekam dan mencampurkan dengan ukuran yang telah ditentukan.





(a) (b)  
Gambar 5. (a) Proses menimbang komposisi cetakan pasir, (b) Proses pencampuran komposisi cetakan

6. Mengisi rangka cetakan dengan campuran pasir cetak, bentonit dan abu sekam sampai padat dengan variasi komposisi yang telah ditentukan dan di campur sehingga terbentuk pola ukuran aluminium yang akan dicor.



Gambar 6. Proses pembentukan cetakan pasir dengan pola yang telah ditentukan.

7. Mecairkan lembaran aluminium dengan tungku pembakaran hingga cair, dimana temperature peleburan aluminium berkisar antara 500-550°C (gambar 7).



Gambar 7. Proses peleburan aluminium AA 1100 pada tungku pembakaran.

8. Mengisi cetakan pasir yang telah dibuat dengan cairan aluminium yang telah dipanaskan sampai cair dengan alat tuang (gambar 8).



Gambar 8. Proses penuangan logam cair ke dalam cetakan pasir

9. Membongkar cetakan pasir setelah dingin, lalu membersihkan kotoran yang menempel pada spesimen hasil coran. setelah itu hasil coran disiapkan untuk proses pengujian specimen.
10. Pengujian kekerasan dilakukan dengan alat uji *uji kekerasan (Brinell Hardness Test)* di mana alat yang digunakan ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Gambar alat uji kekerasan Brinell

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk menguji kekerasan logam dengan metode *Brinell*, yaitu :

- Memeriksa dan mempersiapkan *specimen* sehingga siap untuk diuji.
- Memeriksa dan mempersiapkan mesin yang akan dipakai untuk menguji.
- Melakukan pemeriksaan pada pembebanan, diameter bola baja yang digunakan, dan alat pengukur waktu.
- Membebaskan beban tekan dan mengeluarkan bola dari lekukan lalu memasang alat optis untuk melihat bekas yang kemudian mengukur diameter secara teliti dengan mikrometer pada mikroskop. Kemudian dimasukkan ke dalam rumus *Brinell* untuk memperoleh hasil kekerasan *Brinell*-nya (HB).
- Melakukan proses pengujian sebanyak lima titik sehingga diperoleh nilai

rata-rata dari uji kekerasan *Brinell* tersebut (gambar 10 ).



Gambar 10. Proses pengambilan 5 titik sampel nilai kekerasan.

12. Menguji Struktur Mikro menggunakan alat *mikroskop* dan kamera digital. Untuk pengujian Struktur Mikro dilakukan dengan beberapa tahap yaitu;

- Pemotongan benda uji dimana pada proses ini dilakukan pemotongan pada benda uji sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan
- Proses *mounting* merupakan proses untuk mempermudah dalam proses *grinding* dan *polishing* (gambar 11).



Gambar 11. Proses mouting

- Proses *grinding* di mana pada proses ini diampas secara berurutan dari yang kasar sampai yang halus dalam proses *grinding* harus selalu dialiri air bersih untuk menghindari timbulnya panas pada permukaan benda uji yang kontak langsung dengan ampas.
- *Polishing*, dalam memoles digunakan kain beludru dan mesin poles dimana kain beludru ditempelkan pada piringan yang berputar pada mesin poles. Kemudian kain diberikan pasta alumina berupa partikel abrasive yang sangat halus.
- Etsa di mana setelah pemberian larutan etsa (gambar 12), specimen dibersihkan dengan alkohol dan air 97% kemudian dikeringkan dengan

udara hangat, agar terhindar dari oksidasi udara sekitar.



Gambar 12. Larutan etsa

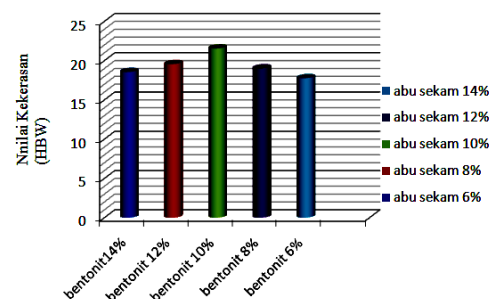
- Untuk melihat struktur mikro yang ada pada spesimen/benda uji dilakukan secara bertahap diawali menggunakan perbesaran 25X, 50X, 200X dan 500X. Kamera digital beresolusi 16 M dipersiapkan untuk mengambil gambar saat titik focus struktur mikro di bawah lensa mikroskop di dapat (gambar 13).



Gambar 13. Proses pengambilan gambar struktur mikro menggunakan mikroskop

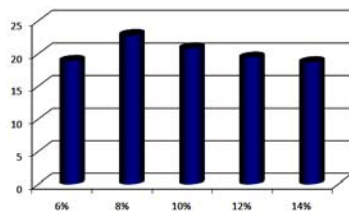
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini gambar grafik hubungan variasi abu sekam dan bentonit yang ditambahkan pada pembentukan cetakan pasir terhadap nilai kekerasan hasil pengecoran logam Aluminium AA 1100 yang telah dicetak menggunakan cetakan pasir.



Grafik 1. Grafik hubungan antara campuran komposisi bahan bentonit dan abu sekam pada cetakan pasir terhadap nilai rata-rata kekerasan coran almunium AA 1100 .





Grafik 2. Grafik hubungan variasi persentasi abu sekam dengan campuran tetap bentonit 10 % terhadap nilai rata-rata kekerasan coran almunium AA 1100.

Bentonit dan abu sekam merupakan bahan campuran pengikat pasir cetak, ikatan yang diciptakan dari variasi campuran bentonit dan abu sekam yang ditambahkan ke dalam komposisi cetakan pasir membentuk butiran penyusun struktur cetakan pasir yang berbeda, sehingga permibilitas yang diciptakan pun berbeda. Dari penelitian sebelumnya mengenai permibilitas pada cetakan pasir yang telah dilakukan oleh Agung Trikurnia Fasa, disebutkan bahwa nilai permibilitas dipengaruhi oleh perbandingan jumlah bentonit dan abu sekam yang ditambahkan ke dalam campuran cetakan pasir (tabel 5)

Tabel 5. Uji kemampuan permabilitas abu sekam dan bentonit ( $\text{cm}^3/\text{menit}$ )

No.	Campuran Kadar Abu Sekam			
	8%	10%	12%	14%
1	30.15	41.54	28.45	11.89
2	31.24	42.32	26.32	10.87
3	32.78	40.78	27.87	12.36
4	32.96	41.43	27.12	12.93
Permibilitas Rata-rata	31.78	41.52	27.44	12.0

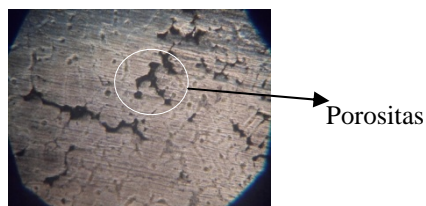
(Sumber: Agung trikurnia Fasa, 2012)

Telah dipahami bahwasannya kecepatan proses pendinginan logam yang telah terjadi pemanasan (peleburan, heat treatment) akan mempengaruhi tingkatan kekerasan dari logam tersebut. Kecepatan proses pendinginan pada sebuah cetakan pasir sangat dipengaruhi oleh nilai permibilitas cetakan tersebut, oleh karena itu semakin tingginya nilai permibilitas sebuah cetakan pasir maka semakin meningkatkan kecepatan proses pendinginan logam panas yang terdapat dalam cetakan pasir.

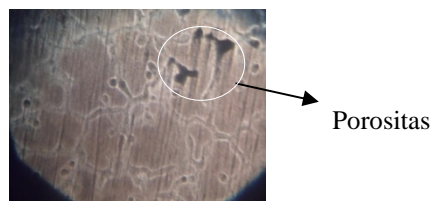
Butiran yang terbentuk dari unsur bentonit 14 % dan abu sekam 6% sebagai pengikat yang

dicampurkan pada pasir cetak dan pasir silika menghasilkan cetakan pasir yang berstruktur minimum untuk dialiri udara (permibilitas rendah) sehingga kecepatan proses pendinginan menjadi lambat, hal ini menjadi penyebab rendahnya nilai kekerasan hasil coran yang hanya bernilai 18.5446 HBW (grafik 1). Hal yang sama terjadi ditunjukan kembali saat perbandingan bentonit 6% dan abu sekam 14 % berbanding terbalik, di mana butiran yang terbentuk dalam menyusun struktur cetakan pasir juga minimum untuk dialiri udara (permibilitas rendah) dengan nilai kekerasan yang diperoleh hanya bernilai 17.7636. Fenomena ini menjelaskan bahwa kadar tidak kesetimbangan antara bentonit dan abu sekam mempengaruhi terbentuknya butiran penyusun struktur cetakan pasir yang minimum untuk dialiri udara (permibilitas rendah) yang menjadi penyebab proses pendinginan melambat sehingga menyebabkan rendahnya nilai kekerasan dari logam yang dicetak.

Permibilitas rendah dari cetakan pasir menjadi penyebab udara tidak dapat dengan baik disalurkan keluar ke udara bebas, sehingga sebagian udara terperangkap di dalam logam saat proses pembekuan. Udara yang terperangkap di dalam logam saat proses pembekuan berakhir menghasilkan rongga-rongga di dalam logam hasil pengecoran yang dikenal sebagai porositas. Porositas terlihat jelas saat uji struktur mikro (gambar 14. a , b) pada perbesaran 50X dari hasil coran almunium AA 1100 menggunakan bantuan alat mikroskop untuk cetakan pasir dengan kadar; bentonit 14 % dan abu sekam 6%, bentonit 6 % dan abu sekam 14% yang memiliki nilai permibilitas rendah berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Agung Trikurnia Fasa seperti apa yang ditunjukan pada tabel data 5.



(a) Bentonit 14% + abu sekam 6%



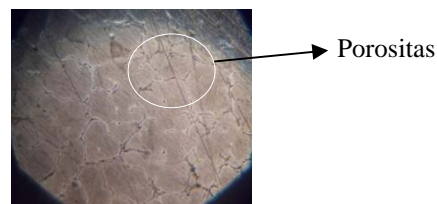
(b) Bentonit 6% + abu sekam 14%

Gambar 14. Uji struktur mikro dengan perbesaran 50 X dengan variasi abu sekam dan bentonit

Pada campuran bentonit dengan komposisi 10% bentonit dan 10 % abu sekam didapatkan nilai kekerasan sebesar 21.5466 HBW pada uji logam hasil pengecoran seperti apa yang ditunjukkan pada grafik 1, dimana nilai kekerasan logam yang dihasilkan pada komposisi cetakan pasir ini, memiliki nilai tertinggi sehingga dapat diduga nilai permabilitas tertinggi telah dihasilkan dari butiran pembentuk struktur cetakan pasir, dugaan ini telah terbukti oleh penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Agung trikurnia fasa berdasarkan tabel 5 yang menunjukkan data bahwa perbandingan kadar bentonit dan abu sekam dalam jumlah sama, ditambahkan ke dalam komposisi pembentuk cetakan pasir akan memberikan nilai permabilitas maksimum pada cetakan pasir. Permabilitas cetakan pasir yang maksimum menjadikan proses pendinginan oleh cetakan terhadap logam panas yang terdapat di dalamnya menjadi maksimum (kecepatan pendinginan tinggi) sehingga nilai kekerasan logam pun maksimum (grafik 1).

Berdasarkan tabel 5, Kadar 10% bentonit dan 10 % abu sekam yang ditambahkan pada pembentukan cetakan pasir memiliki nilai permabilitas tertinggi sebesar 41.52 cm<sup>3</sup>/menit (Fasa 2012). Dengan nilai permabilitas tertinggi menjadikan cetakan pasir pada komposisi ini,

memiliki sifat mudah untuk mengalirkan udara dari ruang di dalam cetakan menuju ke udara bebas, sehingga pembentukan porositas dalam proses pembekuan logam dapat dihindari. Terlihat pada gambar struktur mikro pada perbesaran 50X dimana porositas mengecil terjadi pada hasil pengecoran aluminium AA1100 ketika kadar 10% bentonit dan 10 % abu sekam (gambar 15).



Gambar 15. Uji struktur mikro dengan perbesaran 50 X dengan variasi abu sekam 10% dan bentonit 10%

Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Agung Trikurnia Fasa mengenai nilai permabilitas cetakan pasir untuk kadar bentonit tetap, menunjukkan penambahan kadar abu sekam yang secara langsung menyebabkan permabilitas yang awalnya meningkat sampai titik maksimum 10% bentonit dan 10% abu sekam dengan nilai 39.54 cm<sup>3</sup>/menit, yang kemudian berangsur-angsur menurun seiring dengan peningkatan kadar abu sekam, seperti ditunjukkan Tabel 6.

Table 6. Uji kemampuan permabilitas dengan komposisi bentonit tetap 10% (cm<sup>3</sup>/menit)

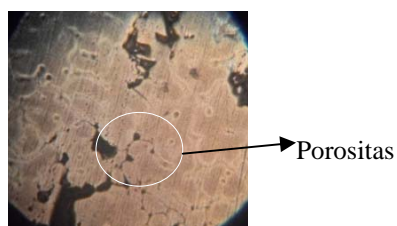
No.	Campuran Kadar Abu Sekam			
	8%	10%	12%	14%
1	32.54	39.36	29.18	21.18
2	33.47	39.72	30.72	20.94
Rata-rata	33.0	39.54	29.95	21.0

(Sumber: Agung trikurnia Fasa, 2012)

Nilai uji kekerasan logam hasil pengecoran yang dicetak dengan komposisi cetakan pasir kadar 10% bentonit tetap dan variasi dilakukan pada penambahan kadar abu sekam ditunjukkan pada grafik 2. Nilai kekerasan terendah sebesar 18.6977 HBW didapati saat variasi komposisi 10% bentonit dan abu sekam 14%, rendahnya nilai kekerasan yang dihasilkan pada komposisi campuran ini, bila dibandingkan hasil variasi-variasi lain dapat dipahami bahwa tingginya kadar abu sekam memberikan dampak

negatif terhadap permibilitas cetakan dan kekerasan hasil coran. Butiran yang terbentuk dari unsur bentonit tetap dan abu sekam 14% sebagai pengikat yang dicampurkan pada pasir cetak dan pasir silika menghasilkan butiran berstruktur penyusun cetakan pasir dengan nilai permibilitas 21.0 cm<sup>3</sup>/menit, di mana nilai permibilitas ini merupakan yang terendah (tabel 6). Nilai pemibilitas rendah ini menjadi sebab kecepatan proses pendinginan oleh cetakan pasir menjadi lambat dan menjadikan nilai kekerasan logam hasil pengecoran menjadi rendah.

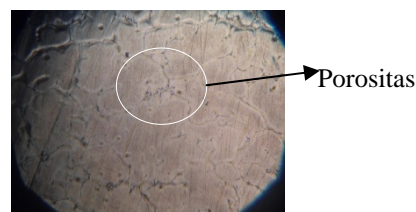
Pada gambar struktur mikro (gambar 16) hasil pengecoran aluminium AA1100 dengan perbesaran 50X yang dicetak pada komposisi kadar bentonit tetap dan abu sekam 14% di mana kadar abu sekam bernilai maksimum, terdapat jumlah porositas yang cukup banyak dan besar dibandingkan pada struktur mikro hasil coran aluminium pada variasi yang lain. Hal ini mengindikasikan telah terjadi penyumbatan proses aliran udara oleh cetakan pasir yang disebabkan tingginya kadar abu sekam di dalam cetakan pasir yang menyebabkan rongga-rongga pada struktur cetakan pasir terisi oleh kehadiran partikel-partikel abu sekam dalam jumlah yang besar. Fungsi utama abu sekam sebagai bahan pengikat bersamaan dengan bentonit, telah beralih fungsi sebagai partikel pengisi rongga cetakan pasir yang menjadi sebab penurunan sifat permibilitas cetakan itu sendiri.



Gambar 16. Uji struktur mikro dengan perbesaran 50 X dengan kadar bentonit tetap 10 % dan variasi dilakukan pada abu sekam 14% .

Untuk nilai kekerasan maksimum didapatkan pada campuran komposisi 10% bentonit dan 8% abu sekam, dimana nilai kekerasannya sebesar 22.8100 HBW. Permibilitas baik dihasilkan dari butiran pembentuk struktur

cetakan pasir pada komposisi cetakan dengan kadar bentonit 10% dan abu sekam 8%. Permibilitas yang baik menjadikan proses pendinginan hasil coran aluminium terjadi dengan cepat. Hasil coran ini memiliki nilai kekerasan yang tertinggi dan foto uji struktur mikro (gambar 17) didapati porositas dalam jumlah minimum yang terbentuk, hal ini dikarena udara dialirkan dengan baik saat proses pembekuan.



Gambar 17. Uji struktur mikro dengan perbesaran 50 X dengan kadar bentonit tetap 10 % dan variasi dilakukan pada abu sekam 8% .

Berdasarkan analisa grafik 1 dan 2 serta pengamatan gambar struktur mikro bahwa nilai kekerasan logam hasil pengecoran juga dipengaruhi oleh tingkat porositas, di mana logam yang memiliki sejumlah porositas banyak, memiliki sifat mekanik dengan nilai kekerasan rendah dan sebaliknya saat porositas didapati dalam jumlah yang relative kecil memiliki sifat mekanik yang nilai kekerasannya tinggi. Pada saat proses pengujian tekan menggunakan metode Brinell dengan menggunakan bola baja yang ditekan pada sepesimen (aluminium AA1100 hasil pengecoran), untuk setiap sepesimen yang memiliki porositas dengan jumlah yang tinggi akan mudah mengalami proses deformasi, sehingga nilai kekerasan yang di tunjukan akan bernilai kecil, hal yang sebaliknya akan terjadi saat jumlah porositas yang kecil atau tekstur permukaan yang halus dari apa yang terlihat pada hasil uji struktur mikro, akan memberikan nilai kekerasan yang tinggi, hal ini dikarenakan tidak mudah terjadi deformasi disebabkan sedikitnya ruang kosong.

Beberapa faktor telah mempengaruhi nilai kekerasan saat proses pengecoran logam aluminium AA1100 yang dicetak

menggunakan cetakan pasir, faktor-faktor tersebut yaitu:

1. Variasi komposisi cetakan pasir dengan perbedaan kadar penambahan bentonit dan abu sekam.
2. Nilai permibilitas dari setiap cetakan pasir.
3. Kecepatan proses pendinginan oleh cetakan terhadap logam panas yang terdapat di dalamnya.
4. Tingkatan porositas yang terdapat pada logam aluminium AA1100 itu sendiri.

Dari apa yang telah di jabarkan sebelumnya dapat dipahami bahwa, variasi-variasi yang dilakukan pada komposisi pembentuk cetakan pasir menjadikan cetakan pasir memiliki tingkatan permibilitas yang tidak sama. Perbedaan nilai permibilitas yang dimiliki sebuah cetakan pasir menjadikan kemampuan dari setiap cetakan dalam kecepatan untuk mendinginkan logam panas yang terdapat di dalamnya akan tidak sama, sehingga logam yang dicetak menggunakan cetakan pasir dengan variasi komposisi yang berbeda maka akan memiliki tingkat kekerasan yang berbeda sebagai akibat dari perbedaan kecepatannya proses pendinginan.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil data dan pembahasan pada bab sebelumnya didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut di antaranya adalah :

1. Bahwa sifat abu sekam dan bentonit yang diterapkan pada cetakan pasir, jumlah komposisinya mempengaruhi kekerasan hasil coran.
2. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada komposisi bentonit 10 % dan abu sekam 8% yang ditambahkan pada total komponen penyusun cetakan pasir
3. Nilai permibilitas maksimum yang dicapai saat perbandingan abu sekam 8% dan bentonit 10% memberikan proses pendinginan yang lebih cepat sehingga berdampak pada peningkatan nilai kekerasan hasil coran Aluminium AA 1100.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] (<http://id.wikipedia.org/2010/wiki/Pengecoran>)
- [2] Charis Sonny Harsono, 2006, "*Karakteristik Kekuatan Fatik pada Paduan Aluminium Tuang*" (Sumber:<http://www.scribd.com/doc/31023940/Doc>)
- [3] Ade Sanjaya, 2010 "*Dasar Pengecoran dengan Ilmu Logam*" (<http://www.gudangmateri.com/2010/04/dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html>)
- [4] Balai Penelitian Pascapanen Pertanian, 2001, "*Peluang Agribisnis Arang Sekam*" (<http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr254033.pdf>)
- [5] Fasa, A. Trikurnia. 2012. *Pengaruh Campuran Abu Sekam dan Bentonit pada Pasir Cetak terhadap Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Pasir*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [6] Martadipoera., 1990. *Proses Pembekuan Pada Cetakan Pasir*. Ghalia Indonesia. Jakarta
- [7] Neff, D.V.,2002, *Understanding Aluminium Degassing*, Modern Casting, May2002, p.24-26
- [8] Nugraha, dan Antoni, 2007. *Limbah Padat Abu Terbang*. Universitas Diponegoro.
- [9] Setiawan, Budi., 1997. *Dasar Penggalian Bahan-Bahan Tambang*. Rineka Cipta. Jakarta
- [10]Surdia, Tata., 2000. *Teknik Pengecoran Logam*. Pradya paramita. Jakarta.